

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/087423 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C23C 14/10**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/03872

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. April 2003 (15.04.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

✓ 202 05 830.1	15. April 2002 (15.04.2002)	DE
✓ 102 22 958.9	23. Mai 2002 (23.05.2002)	DE
✓ 102 22 964.3	23. Mai 2002 (23.05.2002)	DE
*, 102 22 609.1	23. Mai 2002 (23.05.2002)	DE
✓ 102 52 787.3	13. November 2002 (13.11.2002)	DE
✓ 103 01 559.0	16. Januar 2003 (16.01.2003)	DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von AU, GB, IE, IL, IN, JP, KP, KR, NZ, SG, US, ZA): **SCHOTT GLAS [DE/DE]**; Hattenbergstrasse 10, 55122 Mainz (DE).

(71) Anmelder (nur für AU, BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM, GA, GB, GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GW, IE, IL, IN, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW, MZ, NE, NZ, SD, SG, SL, SN, SZ, TD, TG, TT, TZ, UG, VN, ZA, ZM, ZW): **CARL-ZEISS-STIFTUNG TRADING AS SCHOTT GLAS [DE/DE]**; Hattenbergstrasse 10, 55122 Mainz (DE).

(71) Anmelder (nur für BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM, GA, GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GW, JP, KE, KG, KZ, LC, LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW, MZ, NE, SD, SL, SN, SZ, TD, TG, TT, TZ, UG, VN, ZM, ZW): **CARL-ZEISS-STIFTUNG [DE/DE]**; 89518 Heidenheim an der Brenz (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MUND, Dietrich** [DE/DE]; Buchenstrasse 9, 84101 Obersüssbach (DE). **LEIB, Jürgen** [DE/DE]; Philipp-Dirr-Strasse 44, 85354 Freising (DE).

(74) Anwalt: **HERDEN, Andreas**; Blumbach, Kramer & Partner GbR, Alexandrastrasse 5, 65187 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR COATING METAL SURFACES AND SUBSTRATE HAVING A COATED METAL SURFACE

WO 03/087423 A1

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESCHICHTUNG VON METALLOBERFLÄCHEN UND SUBSTRAT MIT BESCHICHTETER METALLOBERFLÄCHE

(57) Abstract: The aim of the invention is to provide a substrate with a metallic surface and a vitreous coating. To this end, the invention relates to a method for producing a coated substrate, or a product comprising a coated substrate, said substrate having at least one metallic surface which is coated with glass. The substrate is coated with vapour deposition glass at least on the metallic surface thereof.

(57) Zusammenfassung: Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Substrat mit metallischer Fläche und glasartiger Beschichtung bereitzustellen. Dementsprechend sieht die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Substrats, beziehungsweise eines Erzeugnisses mit einem beschichteten Substrat vor, welches zumindest eine mit einem Glas beschichtete metallische Fläche aufweist, wobei das Substrat zumindest auf der metallischen Fläche mit einem Aufdampfglas beschichtet wird.

Rec'd PCT/PTC 15 OCT 2004

Verfahren zur Beschichtung von Metallocberflächen und Substrat mit beschichteter Metallocberfläche

5 Beschreibung

Die Erfindung betrifft allgemein ein Verfahren zur Beschichtung von Metallocberflächen, insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Beschichtung von Metallocberflächen mit glasartigen Schichten, sowie ein verfahrensgemäß herstellbares Substrat mit Metallocberfläche und glasartiger Beschichtung.

Glasartige Beschichtungen haben unter anderem sehr gute Passivierungs- und Verkapselungseigenschaften. So bieten 15 Gläser einen hervorragenden Schutz gegen Wasser, Wasserdampf und insbesondere auch gegen aggressive Stoffe, wie Säuren und Basen.

Glasartige Schichten zum Schutz von metallischen Oberflächen 20 sind seit langem als Emaille bekannt. Beim Emaillieren wird ein anorganisches, lösungsmittelfreies Glasgemisch auf dem Metallsubstrat aufgetragen und anschließend aufgeschmolzen.

Mit einem derartigen Verfahren lassen sich jedoch keine 25 dünnen Glasschichten oder Glasschichten genau definierter Dicke auf metallischen Substraten abscheiden. Zudem ist ein solches Verfahren, welches eine Vorbeschichtung wieder aufschmelzt, nur für Substrate geeignet, die eine hinreichende Temperaturbeständigkeit aufweisen. Überdies ist

es damit auch nicht möglich, eine genau strukturierte glasartige Schicht auf einem Substrat zu erzeugen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein hinsichtlich der oben genannten Nachteile verbessertes Substrat mit metallischer Fläche und glasartiger Beschichtung insbesondere dieser Fläche, sowie ein verbessertes Herstellungsverfahren für solche beschichtete Substrate, beziehungsweise entsprechende Erzeugnisse bereitzustellen.

10

Diese Aufgabe wird bereits in höchst überraschend einfacher Weise durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

15

Dementsprechend sieht die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Substrats, beziehungsweise eines Erzeugnisses mit einem beschichteten Substrat vor, welches zumindest eine metallische Fläche aufweist, wobei das Substrat zumindest auf der metallischen Fläche mit einem Aufdampfglas beschichtet wird.

Ein erfindungsgemäßes beschichtetes Substrat, das insbesondere mit dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbar ist, umfaßt dementsprechend zumindest eine metallische Fläche, wobei das Substrat auf der metallischen Fläche mit einer Aufdampfglasschicht versehen ist.

Die Aufdampfglasschicht eines derartigen Erzeugnisses kann dabei als Passivierungs- oder Verkapselungsschicht dienen. Außerdem zeichnen sich Aufdampfgläser auch durch sehr gute elektrische Isolationseigenschaften aus.

Bezüglich der Barriereeigenschaften von Aufdampfglas für die Verkapselung von Bauelementen und anderen Substraten wird

auch auf die Anmeldungen

DE 202 05 830.1, eingereicht am 15.04.2002,

DE 102 22 964.3, eingereicht am 23.05.2002;

DE 102 22 609.1, eingereicht am 23.05.2002;

5 DE 102 22 958.9, eingereicht am 23.05.2002;

DE 102 52 787.3, eingereicht am 13.11.2002;

DE 103 01 559.0, eingereicht am 16.01.2003;

dieselben Anmelders verwiesen, deren Offenbarungsgehalt hiermit ausdrücklich durch Referenz inkorporiert wird.

10

Hinsichtlich der Barriereeigenschaften von

Aufdampfglasschichten haben Messungen gezeigt, daß bei

Schichtdicken der Aufdampfglasschicht im Bereich von 8 µm bis 18 µm Helium-Leckraten von kleiner als 10^{-7} mbar l s⁻¹ oder

15 kleiner als 10^{-8} mbar l s⁻¹ sicher erreicht werden. Die

Messungen haben bei Schichten mit einer Schichtdicke von 8 µm und 18 µm sogar Helium-Leckraten zwischen 0 bis 2×10^{-9} mbar l s⁻¹ ergeben, wobei diese oberen Grenzwerte bereits im wesentlichen durch die Meßungsgenauigkeit der durchgeföhrten

20 Versuche beeinflußt sind.

Als Substrat mit metallischer Fläche können dabei sowohl massiv metallische Substrate, als auch Substrate verwendet werden, die nur teilweise metallisch sind, wie zum Beispiel geeignete Verbundmaterialien. Ein Beispiel eines derartigen Substrats ist ein kupferbeschichtetes Kunststoffsubstrat, wie es für Leiterplatten Anwendung findet.

Aufgrund der erfundungsgemäßen Beschichtung bei niedrigen oder

30 mäßigen Temperaturen ermöglicht es die Erfindung außerdem,

Erzeugnisse mit glasbeschichteter metallischer Fläche

bereitzustellen, bei welche das Metall auch einen

Schmelzpunkt haben kann, der unterhalb der üblicherweise zum Emaillieren eingesetzten Temperaturen liegt. Dementsprechend

35 kann das Verfahren auch beispielsweise auf Substrate mit

niedrigschmelzenden Legierungen Anwendung finden und erlaubt so auch neue Materialkombinationen in erfindungsgemäß herstellbaren Erzeugnissen.

5 Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es auch nicht zwingend erforderlich, daß das Substrat oder die zu beschichtende metallische Fläche planar ist. Vielmehr kann eine Beschichtung mit einer Aufdampfglasschicht auch problemlos auf gewölbte und/oder gestufte Metallflächen
10 aufgebracht werden. Dementsprechend kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Erzeugnis, beziehungsweise ein beschichtetes Substrat hergestellt werden, dessen beschichtete metallische Fläche nicht planar ist.

15 Um derartige nicht planare Flächen zu beschichten, oder um beispielsweise homogene Beschichtungen auf großflächigen Substraten zu erzeugen, kann es außerdem vorteilhaft sein, wenn das Substrat während des Beschichtens gegenüber der Beschichtungsquelle bewegt wird. Diese Bewegung kann unter
20 anderem eine Rotation, Translation oder Nutation oder auch eine Kombination dieser Bewegungen umfassen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Glas durch Aufdampfen abgeschieden, wobei
25 das Glasmaterial aus einer geeigneten Quelle verdampft wird.

Ein Vorteil beim Aufdampfen ist, daß das zu beschichtende Substrat keiner hohen Temperaturbelastung ausgesetzt werden muß. Das Substrat kann beim Abscheiden in einem
30 Temperaturbereich zwischen Raumtemperatur und etwa 150 °C gehalten werden. In diesem Temperaturbereich tritt im allgemeinen keinerlei Schädigung oder Oxidation des Substrats auf.

Unter einem Aufdampfglas wird im Sinne dieser Erfindung ein Glas mit zumindest binärem Stoffsystem verstanden, das durch Aufdampfen auf einer Oberfläche abgeschieden werden kann.

Als Aufdampfglas kann unter anderem ein Borosilikatglas mit 5 Anteilen von Aluminiumoxid und Alkalioxid verwendet werden, wie es die Aufdampfgläser vom Typ 8329 oder G018-189 der Firma Schott Glas darstellen. Dieses Glas hat außerdem einen Wärmeausdehnungskoeffizienten, der dem von üblichen metallischen Substraten nahekommt, beziehungsweise durch 10 entsprechende Abwandlung in den Komponenten an den Wärmeausdehnungskoeffizienten des Substrats angepaßt werden kann.

Es kann auch Aufdampfglas anderer Zusammensetzung verwendet 15 werden, insbesondere in mehreren Schichten übereinander, wobei die Gläser unterschiedliche Eigenschaften hinsichtlich Brechungsindex, Dichte, Härte usw. besitzen können.

Als besonders geeignete Aufdampfgläser für ein 20 erfindungsgemäßes beschichtetes Substrat, beziehungsweise ein erfindungsgemäßes Erzeugnis haben sich zwei Gläser erwiesen, die folgende Zusammensetzung in Gewichtsprozent aufweisen:

Komponenten:	Glas1	Glas2
SiO ₂	75 -85%	65-75%
B ₂ O ₃	10- 15%	20-30%
Na ₂ O	1-5%	0,1-1%
Li ₂ O	0,1-1%	0,1-1%
K ₂ O	0,1-1%	0,5-5%
Al ₂ O ₃	1-5%	0,5-5%

Die bevorzugt verwendeten Gläser besitzen insbesondere die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Eigenschaften:

Eigenschaften	Glas1	Glas2
$\alpha_{20-300} [10^{-6} K^{-1}]$	2,75	3,2
Dichte (g/cm ³)	2,201	2,12
Transformationspunkt [°C]	562 °C	742
Brechungsindex	$n_D=1,469$	1,465
Wasserbeständigkeitsklasse nach ISO 719	1	2
Säurebeständigkeitsklasse nach DIN 12 116	1	2
Laugenbeständigkeitsklasse nach ISO 695	2	3
Dielektrizitätskonstante ϵ (25 °C)	4,7 (1MHz)	3,9 (40GHz)
$\tan\delta$ (25 °C)	$45 \cdot 10^{-4}$ (1MHz)	$26 \cdot 10^{-4}$ (40GHz)

Aufdampfglas lässt sich neben dem Aufdampfen aber auch durch verschiedene andere Vakuumbeschichtungsverfahren auf dem Substrat abscheiden. Beispielsweise kann das Material durch
5 Kathodenerstäubung oder Sputtern abgeschieden werden.

Das Abscheiden der Glasschicht durch Aufdampfen hat gegenüber anderen Vakuum-Abscheideverfahren den Vorzug, daß sich wesentlich höhere Abscheide- oder Aufdampfraten erzielen
10 lassen. Versuche haben gezeigt, daß Aufdampfraten von mehr als 4 µm Schichtdicke pro Minute erreicht werden können, wobei das hergestellte Glas sich mit festem Verbund auf der Oberfläche des Substrats abscheidet, ohne daß es eines erhöhten H₂O-Gehalt zwecks Bindungswirkung bedarf wie bei
15 Niedrig - Temperatur-Bondverfahren (LTB) .

Die durch Aufdampfen erreichbaren Abscheideraten übertreffen die Abscheideraten anderer Verfahren um ein Vielfaches. So werden beispielsweise bei Einkomponentensystemen, wie
20 Siliziumoxid nur Sputterraten von wenigen Nanometern pro

Minute erreicht.

Insbesondere bietet sich für die Beschichtung mit dem Aufdampfglas durch Aufdampfen an, das Material durch Elektronenstrahlverdampfung zu verdampfen und abzuscheiden.

Vorteilhaft bei der Elektronenstrahlverdampfung ist unter anderem, daß die durch den Elektronenstrahl übertragene Leistung auf einem verhältnismäßig kleinen Gebiet durch Fokussierung des Strahls konzentrieren lassen. Damit können lokal auf dem Target des Verdampfers hohe Temperaturen erreicht werden, so daß sich hohe Flüsse mit relativ kleinen Leistungen erreichen lassen. Dies senkt gleichzeitig auch die Wärmebelastung durch Absorption von Wärmestrahlung, der das Substrat ausgesetzt wird.

15

Auch eine thermische Beheizung, etwa eines mit dem Aufdampfmaterial befüllten Tiegels kann zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt werden.

20

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich nicht nur homogene Aufdampfglas-Beschichtungen erzeugen. Vielmehr kann in vorteilhafter Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens das Aufdampfglas strukturiert auf der metallischen Fläche abgeschieden werden, so daß das Substrat nach Fertigstellung eine strukturierte Aufdampfglas-Schicht aufweist. Dabei kann sowohl eine laterale, als auch eine vertikale Strukturierung der Beschichtung hergestellt werden.

25

Das Herstellen strukturierter Glasschichten wird außerdem in den früheren deutschen Patentanmeldungen mit den Anmeldenummern 102 22 609.1 und 102 22 964.3 beschrieben, deren Inhalt bezüglich des strukturierten Beschichtens mit Aufdampfglasschichten vollumfänglich auch zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung gemacht wird.

Um insbesondere laterale Strukturen auf der metallischen Fläche des Substrats zu erzeugen, sieht die Erfindung eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit den

5 Schritten vor:

- Herstellen zumindest einer negativ strukturierten ersten Beschichtung auf der metallischen Fläche,
- Abscheiden einer Aufdampfglasschicht auf die mit der ersten Beschichtung versehene metallischen Fläche,
- 10 -zumindest teilweise Entfernen der ersten Beschichtung und der darauf befindlichen Aufdampfglasschicht.

Das Verfahren basiert also darauf, eine Negativform der Strukturen, die erzeugt werden sollen, in Form einer
15 strukturierten ersten Beschichtung aufzubringen. Durch Abscheiden der Aufdampfglasschicht auf der mit der ersten, strukturierten Schicht beschichteten Fläche des Substrats werden dann die positiven Strukturen in der zweiten Schicht erzeugt. In einem nachfolgenden Schritt wird dann die erste
20 Beschichtung und die darauf befindliche Aufdampfglasschicht zumindest teilweise entfernt, so dass positive Aufdampfglas-Strukturen stehen bleiben. Als positive und negative Strukturen werden dabei im Sinne des angegebenen Verfahrens allgemein zueinander zumindest teilweise komplementäre
25 Strukturen bezeichnet. Dies bedeutet auch insbesondere, daß die zumindest eine zweite Beschichtung sowohl erhabene, als auch vertiefte Strukturen aufweisen kann.

Besonders vorteilhaft kann der Schritt des Herstellens einer
30 negativ strukturierten ersten Beschichtung auf der metallischen Fläche des Substrats den Schritt des Freilegens von Bereichen der zumindest einen zu beschichtenden Oberfläche umfassen. Auf diese Weise kommt die Aufdampfglasschicht beim Abscheiden direkt mit der zu beschichtenden Oberfläche des Substrats in Kontakt und

zwischen der Oberfläche und der Schicht wird eine innige, direkte Verbindung geschaffen.

Der Schritt des Herstellens einer negativ strukturierten ersten Beschichtung kann ferner vorteilhaft den Schritt des Belackens, insbesondere des Belackens mittel Spin-Coating und/oder Bedrucken und/oder Aufsprühen und/oder der Elektrodeposition einer ersten Beschichtung umfassen. Diese Techniken erlauben unter anderem die Herstellung von Beschichtungen mit homogener Dicke. Die Belackung kann zur Herstellung besonderer Strukturierungen außerdem auch in mehreren Schritten erfolgen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß der Schritt des Herstellens einer negativ strukturierten ersten Beschichtung den Schritt des lithographischen Strukturierens der ersten Beschichtung umfaßt. Lithographische Strukturierung wird in vielfältiger Weise beispielsweise auch in der Halbleiterfertigung eingesetzt. Mit dieser Strukturierungstechnik lassen sich hohe Genauigkeiten der Strukturen bei gleichzeitig hohem Durchsatz erreichen. Dieses Verfahren kann unter anderem auch mit Druckverfahren wie Siebdruck oder Tintenstrahldruck kombiniert werden. So lassen sich gröbere Strukturen, wie etwa die Umrisse der Bauteile auf einem Wafer durch Aufdrucken eines Photolacks strukturieren und die Feinstruktur dann lithographisch erzeugen. Diese Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vereint demgemäß die Vorteile der Photolithographie mit denen der Glasstrukturierung.

Zur Herstellung der positiv strukturierten Aufdampfglasschicht kann der Schritt des zumindest teilweise Entfernens der ersten Beschichtung vorteilhaft den Schritt des Abhebens von Bereichen der Aufdampfglasschicht umfassen,

welche die erste Beschichtung bedecken. Dabei werden die Bereiche der Aufdampfglasschicht, welche die erste Beschichtung bedecken, durch das Entfernen der ersten Beschichtung unter der Aufdampfglasschicht abgehoben und so entfernt. Diese Technik des Strukturierens von Beschichtungen wird vielfach auch als "Lift-off"-Verfahren bezeichnet.

In einfacher Weise lässt sich dieses Verfahren insbesondere dann durchführen, wenn die Aufdampfglasschicht mit einer Dicke abgeschieden wird, die geringer als die Dicke der ersten Beschichtung ist. Auf diese Weise bleibt die erste Beschichtung an den Seitenkanten der Strukturen der Beschichtung auch nach dem Abscheiden der Aufdampfglasschicht zugänglich und kann anschließend leicht, beispielsweise durch Auflösen mit einem geeigneten Lösungsmittel wieder entfernt werden, wobei die Bereiche der Aufdampfglasschicht, welche die Strukturen der ersten Beschichtung bedecken, mit abgehoben werden.

Eine weitere Variante des Verfahrens sieht als zusätzlichen Verfahrensschritt das zumindest teilweise Freilegen der ersten Beschichtung vor, so dass diese erste Schicht nicht mehr hermetisch von der zweiten Schicht abgedeckt wird. Auf diese Weise wird ein äußerer Zugriff auf die erste Beschichtung ermöglicht.

Um für das nachfolgende Entfernen der ersten Beschichtung einen Zugang zu schaffen, ist es von Vorteil, wenn der Schritt des zumindest teilweisen Freilegens der ersten Beschichtung den Schritt des Planarisierens der beschichteten metallischen Fläche umfaßt. Dabei wird die beschichtete Oberfläche des Substrats so weit planarisiert, bis die Aufdampfglasschicht an den Stellen, an welchen sich Strukturen der ersten, strukturierten Beschichtung befinden,

entfernt ist.

Das teilweise Abtragen der Aufdampfglasschicht kann zweckmäßig durch mechanisches Abtragen, insbesondere mittels
5 Schleifen und/oder Läppen und/oder Polieren erfolgen.

Das Verfahren kann zusätzlich noch den Schritt des Nachbehandelns der positiv strukturierten zweiten Schicht umfassen. Das Nachbehandeln kann beispielsweise dazu dienen,
10 Kanten der Strukturen zu verrunden. Geeignete Nachbehandlungsschritte sind dabei insbesondere nasschemischer und/oder trockenchemischer und/oder thermischer Reflow. Auch durch Dotierung können die Strukturen nachbehandelt werden, um beispielsweise optische
15 oder elektrische Eigenschaften der Strukturen zu verändern.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit welchem in besonders einfacher Weise eine lateral strukturierte Aufdampfglasschicht auf der
20 metallischen Fläche hergestellt werden kann, sieht vor, daß das Aufdampfglas durch eine Maske aufgedampft wird.

Die Maske kann dazu gemäß einer Variante des Verfahrens fest mit dem Substrat aufgebracht; beispielsweise aufgeklebt sein.
25 Gemäß einer weiteren Variante wird die Maske zwischen der Beschichtungsquelle und dem Substrat angeordnet.

Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht zur Erzeugung einer strukturierten Aufdampfglasschicht
30 vor, die Aufdampfglasschicht nach dem Beschichten nachträglich zu strukturieren. Dies kann in einfacher Weise durch Strukturierung mittels lokalem Ätzen nach dem Beschichten erfolgen.

Das lokale Ätzen kann beispielsweise durch photolithographische Strukturierung einer auf die Aufdampfglasschicht aufgebrachten photostrukturierbaren Beschichtung und anschließender Anwendung eines geeigneten
5 Ätzmittels durch Nass- und/oder Trockenätzen erfolgen. Dabei kann das Ätzmittel vorteilhaft auch so gewählt werden, daß die Metallfläche als Ätzstopp wirkt.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich nicht nur
10 einfache strukturierte oder gleichmäßige Aufdampfglasschichten abscheiden. Es liegt selbstverständlich auch im Rahmen der Erfindung, zumindest zwei Aufdampfglasschichten auf dem Substrat abzuscheiden. Diese müssen auch nicht die gleiche Zusammensetzung aufweisen, so
15 daß durch das nacheinander Aufbringen der Schichten auch eine vertikale Strukturierung der Beschichtung hergestellt werden kann. Ein auf diese Weise herstellbares beschichtetes Substrat umfaßt demgemäß eine mehrlagige Beschichtung mit zumindest zwei Aufdampfglasschichten, wobei diese auch
20 unterschiedliche Zusammensetzungen aufweisen können.

Die Aufdampfglasschicht kann vorzugsweise mit einer Dicke in einem Bereich von 0.01 µm bis 1mm auf das Substrat aufgebracht werden.
25

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung kann während des Aufbringens der Aufdampfglasschicht dessen Zusammensetzung variiert werden, so daß demgemäß ein beschichtetes Substrat mit einer Aufdampfglasschicht mit einer in Richtung senkrecht
30 zur beschichteten Fläche variiierenden Zusammensetzung erhalten wird. Beispielsweise kann damit der Temperaturausdehnungskoeffizient entlang der Richtung senkrecht zur Substratoberfläche variiert werden. Auf diese Weise können auch Aufdampfgläser und metallische Substrate
35 aufeinander angepaßt werden, die stärker voneinander

abweichende Temperaturausdehnungskoeffizienten aufweisen.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß das Beschichten mit einer Aufdampfglasschicht das Abscheiden von 5 Aufdampfmaterial aus zumindest zwei Quellen durch Coverdampfung umfaßt. Auch diese Weiterbildung des Verfahrens ist beispielsweise geeignet, variierende Zusammensetzungen in der Schicht zu erzeugen, so daß Materialeigenschaften, wie beispielsweise der Brechungsindex oder auch der 10 Temperaturkoeffizient in Richtung senkrecht zur Oberfläche kontinuierlich oder auch abgestuft variieren.

Eine Variation der Zusammensetzung der Schicht ist selbstverständlich auch mit anderen Abscheideverfahren, sogar 15 mit einer einzelnen Aufdampfquelle, zum Beispiel durch Variation der Heizleistung möglich. Der Schritt des Abscheidens einer Aufdampfglasschicht kann daher allgemein mit Vorteil den Schritt des Variierens der Zusammensetzung des abscheidenden Materials während des Abscheidens, oder den 20 Schritt des Abscheidens einer Schicht mit entlang einer Richtung senkrecht zur Oberfläche variierender Zusammensetzung umfassen.

Das Coverdampfen kann beispielsweise so erfolgen, daß zwei 25 oder mehr Komponenten des Aufdampfglases aus verschiedenen Quellen verdampft werden, welche dann abgeschieden auf der Oberfläche des Substrats das Aufdampfglas bilden. Ebenso ist es aber auch möglich, das Aufdampfglas aus einer einzelnen Quelle abzuscheiden und mit einer weiteren Quelle 30 Zusatzstoffe in die Aufdampfglasschicht einzubringen.

Eine Variation der Zusammensetzung der Schicht ist selbstverständlich auch mit anderen Abscheideverfahren, sogar 35 mit einer einzelnen Aufdampfquelle, möglich, etwa, indem die Heizleistung oder die Abscheiderate variiert wird.

Vorteilhaft zum Erreichen geschlossener, hermetisch dichter Aufdampfglasschichten ist es ferner, wenn die Oberflächenrauhigkeit der beschichteten metallischen Fläche 5 kleiner oder gleich 50 µm beträgt.

Auch ist bei vielen zu beschichteten metallischen Substratmaterialien eine leichte Erwärmung des Substrats während des Beschichtens mit der Aufdampfglasschicht, 10 beispielsweise auf etwa 100 °C vorteilhaft, um Temperaturspannungen nach dem Abkühlen zu reduzieren.

Auch ist es zur Erzielung dichter Aufdampfglasschichten mit geringen Verunreinigungen günstig, wenn der Druck während des 15 Beschichtens in der Beschichtungskammer höchstens 10^{-4} mbar, vorteilhafterweise 10^{-5} mbar beträgt.

Vorteilhaft kann das Beschichten des Substrats mit einer Aufdampfglasschicht auch das Plasma-Ionen-unterstützte Aufdampfen (PIAD) umfassen. Dabei wird zusätzlich ein 20 Ionenstrahl auf das zu beschichtende Substrat gerichtet. Der Ionenstrahl kann mittels einer Plasmaquelle, beispielsweise durch Ionisation eines geeigneten Gases erzeugt werden. Durch das Plasma erfolgt eine zusätzliche Verdichtung der Schicht 25 sowie die Ablösung lose haftender Partikel auf der Substratoberfläche Dies führt zu besonders dichten und defektarmen abgeschiedenen Schichten.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von 30 Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert, wobei gleiche und ähnliche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind und die Merkmale verschiedener Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können.

Es zeigen:

Fig. 1A anhand schematischer Querschnittsansichten bis 1E Verfahrensschritte zur strukturierten Beschichtung von Substraten gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens,
Fig. 2A eine Variante der anhand Fig. 1C bis 1E und 2B dargestellten Verfahrensschritte,
Fig. 3A anhand schematischer Querschnittsansichten bis 3F Verfahrensschritte gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zur mehrlagigen strukturierten Beschichtung eines Substrats,
Fig. 4 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,
Fig. 5 eine Querschnittsansicht eines erfindungsgemäßen beschichteten Substrats mit vertikal variierender Zusammensetzung der Aufdampfglasschicht,
Fig. 6 eine Anordnung zur Durchführung einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur strukturierten Beschichtung mit einer Aufdampfglasschicht,
Fig. 7A Verfahrensschritte gemäß noch einer Ausführungsform bis 7D zur Herstellung einer strukturierten Aufdampfglasschicht, und
Fig. 8 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Erzeugnisses mit einem Substrat mit beschichteter metallischer Fläche.

5 Im folgenden wird zunächst Bezug auf die Figuren 1A bis 1E genommen, welche anhand schematischer Querschnittsansichten die Verfahrensschritte zur Herstellung eines beschichteten Substrats mit einer mit einem Glas beschichteten metallischen Fläche gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung darstellen.
10

Das Substrat 1 weist zwei gegenüberliegende Flächen 2 und 4 auf, wobei zumindest das Material der zu beschichtenden Fläche 2 metallisch ist. Das Substrat 1 kann beispielsweise 5 ein massiver metallischer Körper oder auch beispielsweise ein Verbundmaterial mit einer metallischen Lage sein, dessen Oberfläche die Fläche 2 bildet.

Zur Herstellung einer strukturierten Aufdampfglas-
10 Beschichtung wird auf das Substrat 1, wie in Fig. 1A gezeigt, zunächst auf der zu beschichtenden Fläche 2 eine erste Beschichtung 3 aufgebracht.

Fig. 1B zeigt eine Querschnittsansicht durch das Substrat 1
15 nach einem weiteren Verfahrensschritt. Hierbei wurden in die erste Beschichtung Strukturen 5 eingefügt. Diese Strukturen 5 schaffen eine zur endgültigen strukturierten Beschichtung komplementäre, negative Strukturierung. Die Strukturierung ist dabei so durchgeführt worden, daß Bereiche 6 der zu
20 beschichtenden metallischen Fläche 2 des Substrats 1 freigelegt worden sind.

Die Strukturierung kann unter anderem photolithographisch erfolgen, wobei dazu die erste Beschichtung 3 beispielsweise 25 einen Photolack umfaßt, in den anschließend durch Belichtung und Entwicklung die Strukturen 5 eingefügt worden sind.

Gemäß einer weiteren Variante des Verfahrens wird die Beschichtung 3 nicht nach dem Aufbringen strukturiert,
30 sondern direkt beim Aufbringen der Schicht. Dies kann erreicht werden, indem die Schicht beispielsweise mittels eines geeignete Druckverfahrens, etwa mittels Siebdruck auf das Substrat 1 aufgedruckt wird. Bei dieser Variante des Verfahrens wird der in Fig. 1A gezeigte Verarbeitungszustand 35 des Substrats 1 übersprungen. Selbstverständlich kann diese

Variante aber auch mit einer nachträglichen Strukturierung kombiniert werden, indem zum Beispiel ein Photolack strukturiert auf die Oberfläche 2 des Substrats 1 aufgedruckt wird und die aufgedruckten Strukturen dann nachfolgend weiter 5 strukturiert werden, etwa um zusätzliche, feinere Strukturen zu erzeugen. Mit dem anhand von Fig. 1B gezeigten Zustand des Substrates ist der Schritt des Herstellens einer negativ strukturierten Beschichtung abgeschlossen.

10 In Fig. 1C ist das Substrat nach dem Schritt des Beschichtens mit einer Aufdampfglasschicht 7 auf die mit der ersten Beschichtung 3 versehene Oberfläche 2 des Substrats 1 gezeigt. Das Beschichten erfolgt bevorzugt durch Elektronenstrahlverdampfung. Die Aufdampfglasschicht 7 15 bedeckt dabei die freigelegten Bereiche 6, sowie die erste Beschichtung 3.

Fig. 1D zeigt das Substrat nach dem nachfolgenden Schritt des Freilegens der ersten Beschichtung 3. Das Freilegen der 20 Beschichtung wurde in dieser Variante des Verfahrens durch Planarisieren der beschichteten metallischen Fläche 2 vorgenommen. Dazu wurde die beschichtete Oberfläche soweit plan abgeschliffen, bis die Schicht 7 auf der ersten Beschichtung abgetragen ist. Dadurch wurde die 25 darunterliegende erste Beschichtung wieder freigelegt.

Fig. 1E zeigt einen darauffolgenden Verfahrensschritt, bei welchem die erste Beschichtung entfernt worden ist. Durch das Aufdampfen der Aufdampfglasschicht 7 auf die negativ 30 strukturierte erste Beschichtung 3 und das Entfernen der ersten Beschichtung 3 nach deren Freilegung bleibt auf dem Substrat schließlich eine positiv strukturierte Aufdampfglasschicht 7 zurück. Die Strukturen 9 der positiv strukturierten Schicht 7 bedecken dabei die freigelegten, 35 beziehungsweise von der ersten Beschichtung 3 nicht bedeckten

Bereiche 6.

Das Entfernen der ersten, negativ strukturierten Beschichtung kann beispielsweise durch Auflösen in einem geeigneten

5 Lösungsmittel oder durch nass- oder trockenchemisches Ätzen erfolgen. Auch eine Verbrennung oder Oxidation in einem Sauerstoffplasma kann vorteilhaft für die Entfernung der Beschichtung angewendet werden.

10 Anhand der Figuren 2A und 2B wird im folgenden eine bevorzugte Variante der anhand der Figuren 1C und 1E gezeigten Verfahrensschritte erläutert. Bei dieser Variante des Verfahrens wird zunächst das Substrat 1 wie anhand der Figuren 1A und 1B gezeigt wurde, durch Aufbringen einer 15 strukturierten ersten Beschichtung 3 vorbereitet. Die Beschichtung 3 weist wieder negative Strukturen 5 auf, welche Bereiche 6 der ersten Oberfläche 2 freilassen. Auf die so vorbereitete Oberfläche des Substrats wird wieder eine Aufdampfglasschicht 7, beispielsweise durch
20 Elektronenstrahlverdampfung von einem Glastarget Aufdampfglases. Die Schichtdicke der Schicht 7 wird hierbei allerdings so gewählt, daß die Schicht 7 nicht geschlossen ist. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, indem die Dicke der Aufdampfglasschicht 7 geringer ist als die Dicke 25 der ersten Beschichtung. Diese Phase des Verfahrens ist in Fig. 2A gezeigt.

Die erste Beschichtung 3 kann dann direkt entfernt werden, ohne daß ein Freilegen, etwa durch das anhand von Fig. 1C 30 gezeigte Planarisieren erforderlich ist, da durch die nicht geschlossene Aufdampfglasschicht 7 ein Zugang zur ersten Beschichtung 3 an den Seitenkanten der Strukturen erhalten bleibt. Die Bereiche der Schicht 7, welche sich dabei auf der ersten Beschichtung 3 befinden, werden beim Entfernen der 35 ersten Beschichtung 3 abgehoben und dadurch entfernt.

Als Ergebnis bleibt, wie Fig. 2B zeigt, wieder eine strukturierte Aufdampfglasschicht 7 mit positiven Strukturen 9 zurück.

5

Auf die Strukturen 9 der strukturierten zweiten Schicht 7 der in Fig. 1E oder 2B gezeigten Ausführungsformen kann in einem zusätzlichen Schritt auch noch eine Bond-Schicht aufgebracht werden, welche die der Substratoberfläche abgewandten

10 Oberseiten der Strukturen 9 bedeckt. Eine solche Bond-Schicht kann beispielsweise eine Seed-Schicht für eine nachfolgende Metallisierung oder etwa eine Klebstoffschicht umfassen.

Die Figuren 3A bis 3F zeigen eine weitere Ausführungsform des
15 erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei diese Ausführungsform zur Herstellung mehrlagiger strukturierter Aufdampfglasschichten dient.

Zum Zwecke der Übersichtlichkeit sind in den Figuren 3A bis
20 3F dabei einige der anhand der Figuren 1A bis 1E, beziehungsweise 2A und 2B erläuterten Verfahrensschritte nicht im einzelnen dargestellt.

Fig. 3A zeigt ein Substrat 1, auf welchem eine strukturierte
25 erste Beschichtung 31 auf der metallischen Fläche 2 hergestellt worden ist. Der Bearbeitungszustand des Substrats 1 entspricht somit weitgehend dem der Fig. 1B.

Fig. 3B zeigt das Ergebnis des nachfolgenden Schritts des
30 Abscheidens einer Aufdampfglasschicht 71 auf die mit der ersten Beschichtung 31 versehene Oberfläche.

Die Schicht 71 wird daraufhin wieder durch Abschleifen und Planarisieren der beschichteten Fläche des Substrats 1 in den
35 mit der Schicht 31 beschichteten Bereichen abgetragen und die

dabei freigelegte Schicht 31 entfernt, so daß eine positiv strukturierte Aufdampfglasschicht 71 mit Strukturen 91 stehenbleibt. Dieser Bearbeitungszustand ist in Fig. 3C dargestellt.

5

Um weitere Lagen einer mehrlagigen Beschichtung aufzubringen, wird, wie Fig. 3D zeigt, auf der so beschichteten Oberfläche eine weitere erste strukturierte Beschichtung 32 hergestellt. Hier befinden sich, wie anhand von Fig. 3E gezeigt ist, die negativen Strukturen 52 der weiteren ersten Beschichtung 32 auf den Strukturen 91 der strukturierten Aufdampfglasschicht 71. Daraufhin wird noch eine weitere Aufdampfglasschicht 72 aufgebracht, die Schicht 32 durch Abschleifen der Schicht 72 daraufhin freigelegt und die Schicht 32 anschließend entfernt.

Das mehrlagige Aufbringen von Aufdampfglasschichten kann vorteilhaft gemäß den anhand der Fig. 2A und 2B dargestellten Verfahrensschritte realisiert werden.

20

Diese Verfahrensschritte können gegebenenfalls noch mehrmals wiederholt werden. Fig. 3F zeigt das Substrat 1 nach dem Aufbringen noch einer weiteren Aufdampfglasschicht 73 mit Strukturen 92. Die mehreren Lagen 71, 72 und 73 bilden dabei als Ganzes wieder eine strukturierte Aufdampfglas-Beschichtung 7 mit Strukturen 9A und 9B. Diese Strukturen 9A und 9B können dabei auch nach Bedarf so hergestellt werden, daß einzelne Strukturen nicht Aufdampfglas-Material jeder Beschichtung der einzelnen Lagen 71, 72, 73 aufweisen.

30

Die Lagen können außerdem auch unterschiedliche Zusammensetzungen und Schichtdicken aufweisen. Auch können andere Materialien, die beispielsweise nicht glasartig sind, mit Aufdampfglas-Lagen kombiniert werden. Beispielsweise können strukturierte Lagen aufgebracht werden, die etwa

Metall, Kunststoff oder halbleitende Stoffe umfassen.

Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht einer als Ganzes mit dem Bezugszeichen 20 bezeichneten Aufdampfvorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Vorrichtung 20 umfaßt dabei speziell einen Elektronenstrahlverdampfer 26.

Der Elektronenstrahlverdampfer 26 weist einen Elektronenstrahlerzeuger 21, eine Strahlumlenkeinrichtung 22 und einen Glastarget 23 auf, das im Betrieb von einem von dem Elektronenstrahlerzeuger 21 emittierten Elektronenstrahl 24 getroffen wird.

Ein zu beschichtendes Substrat 1 mit metallischer Fläche wird in der Vorrichtung so angeordnet, daß die zu beschichtende metallische Fläche einem Glastarget 23 zugewandt ist.

An der Auftreffstelle des Elektronenstrahls verdampft das Glas und schlägt sich auf den gegenüber dem Auftreffpunkt des Elektronenstrahls auf dem Target exponierten Teilen der Oberfläche des Substrats 1 nieder.

Um das Glas des Targets 23 möglichst gleichmäßig verdampfen zu lassen, wird das Target 23 gedreht. Zusätzlich kann der Strahl 24 beispielsweise in radialer Richtung des Targets 23 gewobbelt werden.

Während des Aufdampfvorganges wird der Druck in der Vorrichtung 20 während des Beschichtens auf 10^{-4} mbar oder niedriger gehalten. Dies hat sich als günstig erwiesen, um dichte Aufdampfglasschichten mit geringer Defektdichte herzustellen.

Während des Aufdampfens kann das Substrat auch mittels einer geeigneten Einrichtung leicht, beispielsweise auf etwa 100 °C erwärmt werden, was bei vielen Substratmaterialien nach dem Bedampfen auftretende Temperaturspannungen vermeidet oder
5 verringert.

Eine weitere Ausführungsform der Vorrichtung sieht ferner eine in Fig. 4 nicht dargestellte Einrichtung zur Bewegung des Substrats gegenüber der Beschichtungsquelle,
10 beziehungsweise dem Elektronenstrahlverdampfer 26 vor, um beispielsweise die Homogenität der Aufdampfglasschicht zu erhöhen oder nicht planare Substrate abschattungsfrei zu beschichten.

15 Die Aufdampfvorrichtung 20 kann zusätzlich noch eine Plasmaquelle zur Erzeugung eines Ionenstrahls umfassen, welcher im Betrieb in Richtung auf die zu beschichtende metallische Fläche des Substrats gerichtet ist, um das Substrat mittels Plasma-Ionen-unterstütztem Aufdampfens
20 (PIAD) mit einer Glasschicht zu beschichten.

Die Vorrichtung 20 kann auch noch mit einer oder mehreren weiteren Quellen zur Coverdampfung von Zusatzstoffen oder anderen Aufdampfgläsern ausgestattet sein. Fig. 4 zeigt dazu
25 beispielhaft eine Zusatzquelle 28. Diese kann beispielsweise ebenfalls ein Elektronenstrahlverdampfer sein oder auch, wie in Fig. 4 angedeutet einen elektronenstoß-beheizten Tiegel 30 umfassen, der mit dem Aufdampf-Material befüllt wird.

30 Das aus dieser Quelle 28 coverdampfte Material kann verwendet werden, um die Zusammensetzung oder Stöchiometrie der Aufdampfglasschicht zu beeinflussen. Insbesondere kann die Aufdampf- oder Abscheiderate der Quelle 28 während des
35 Beschichtens relativ zur Abscheiderate des Elektronenstrahlverdampfers 26 geändert werden, so daß sich

eine entlang einer Richtung senkrecht zur beschichteten metallischen Fläche 2 variiende Zusammensetzung der Aufdampfglasschicht ergibt.

5 Ein Beispiel eines derartigen Erzeugnisses mit einem Substrat 1 mit beschichteter metallischer Fläche 2 ist in Fig. 5 dargestellt. Auf der Fläche 2 des Substrats 1 ist erfindungsgemäß wieder eine Aufdampfglasschicht 7 aufgebracht worden. Dabei wurde ein Zusatzstoff aus einer weiteren Quelle 10 verdampft und die Abscheiderate, beziehungsweise der Fluß dieser Quelle während des Aufdampfens variiert. Der Zusatzstoff ist so gewählt, daß er den Temperaturausdehnungskoeffizienten der Aufdampfglasschicht beeinflußt.

15 Der neben der schematischen Querschnittsdarstellung des beschichteten Substrats gezeigte Graph stellt den Temperaturausdehnungskoeffizienten CTE als Funktion einer Richtung z senkrecht zur Fläche 2 dar. Der Fluß der weiteren 20 Quelle wurde so gewählt und zeitlich während des Aufdampfens so variiert, daß der Temperaturausdehnungskoeffizient der Aufdampfglasschicht und des Materials der metallischen Fläche an der Position z_0 an der Oberfläche des Substrats 1 weitgehend übereinstimmen. Auf diese Weise kann eine gute 25 dilathermische Anpassung der Aufdampfglasschicht an die metallische Fläche erreicht werden.

Fig. 6 zeigt in schematischer Ansicht eine Anordnung zur Durchführung einer weiteren Ausführungsform eines 30 erfindungsgemäßen Verfahrens zur strukturierten Beschichtung mit einer Aufdampfglasschicht. Gemäß dieser Ausführungsform des Verfahrens wird eine Maske 10 zwischen der Fläche 2 des zu beschichtenden Substrats 1 und der in Fig. 6 nicht dargestellten Quelle angeordnet. Die Maske 10 weist Öffnungen 35 16 oder Aussparungen entsprechend der vorgesehenen Form und

Position der Strukturen 9 der Aufdampfglasschicht 7 auf, von denen beispielhaft eine Öffnung dargestellt ist.

Um gut definierte Strukturen 9 zu erhalten, ist es

5 vorteilhaft, wenn die Maske 10 möglichst nahe zur Fläche 2 des Substrats 1 angeordnet wird. Das Beschichten mit der Aufdampfglasschicht erfolgt dann durch Aufdampfen auf die Fläche 2 durch die Maske 10.

10 Im folgenden wird auf die Fig. 7A bis 7D Bezug genommen, die anhand von Querschnittsanschichten Verfahrensschritte gemäß noch einer Ausführungsform zur Herstellung einer strukturierten Aufdampfglasschicht zeigen.

15 Dieses Verfahren basiert darauf, die metallische Fläche des Substrats zunächst mit einer homogenen, nicht strukturierten Aufdampfglasschicht zu beschichten und diese dann nachträglich zu strukturieren.

20 Dementsprechend wird zunächst, wie in Fig. 7A gezeigt, das Substrat 1 auf der metallischen Fläche 2 mit einer Aufdampfglasschicht 7 beschichtet. Anschließend wird, wie in Fig. 7B dargestellt, auf die Aufdampfglasschicht 7 eine photostrukturierbare Schicht 34, beispielsweise ein geeigneter Photolack aufgetragen.

25 Die Schicht 34 wird dann in einem weiteren Verfahrensschritt photolithographisch strukturiert, so daß, wie Fig. 7C zeigt, Bereiche 36 der darunterliegenden Aufdampfglasschicht 7 freigelegt werden.

30 Schließlich kann ein geeignetes Ätzmittel angewendet werden, welches nur die Aufdampfglasschicht angreift. Durch die abdeckende, strukturierte Schicht 36 wird demgemäß die darunterliegende Aufdampfglasschicht in den freigelegten

Bereichen 36 lokal geätzt. Dabei fungiert die metallische Fläche 2 außerdem als Ätzstopp.

Schließlich kann die photostrukturierte Schicht 36 durch
5 Anwendung eines geeigneten Löse- oder Ätzmittels entfernt werden, so daß ein Erzeugnis mit einem Substrat 1 mit metallischer Fläche 2 und strukturierter, darauf aufgebrachter Aufdampfglasschicht 7 mit Strukturen 9 erhalten wird. Das Erzeugnis, beziehungsweise das beschichtete
10 Substrat ist in Fig. 7D dargestellt.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können selbstverständlich auch nicht planare Substrate, beziehungsweise Substrate mit nicht planarer metallischer Fläche mit einer
15 Aufdampfglasschicht beschichtet werden.

Ein solches Ausführungsbeispiel ist in Fig. 8 gezeigt. Das Substrat 1 der in Fig. 8 dargestellten Ausführungsform ist beispielhaft von zylindrischer Gestalt, wobei die mit der Aufdampfglasschicht 7 beschichtete metallische Fläche 2 die Zylindermantelfläche des Substrats 1 bildet. Die Aufdampfglasschicht 7 bedeckt dabei die gesamte zylindrische Fläche 2. Eine derartige Beschichtung kann beispielsweise hergestellt werden, indem das Substrat während des
20 Beschichtens gegenüber der Beschichtungsquelle, wie beispielsweise dem in Fig. 4 gezeigten Elektronenstrahlverdampfer 26 bewegt wird. Im speziellen kann ein zylindrisches Substrat 1 auf seiner Zylindermantelfläche durch Rotation um seine Zylinderachse mit einer wie in Fig. 8
25 gezeigten geschlossenen Aufdampfglasschicht 7 beschichtet werden.

Es ist dem Fachmann ersichtlich, daß die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beispielhaft zu verstehen sind, und die Erfindung nicht auf diese beschränkt ist,
35

sondern in vielfältiger Weise variiert werden kann, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Substrats, welches zumindest eine metallische Fläche aufweist,
5 dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat zumindest auf der metallischen Fläche mit einem Aufdampfglas beschichtet wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
10 das Aufdampfglas durch Elektronenstrahlverdampfung aufgedampft wird.
3. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß das Aufdampfglas
15 strukturiert auf der metallischen Fläche abgeschieden wird.
4. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch die Schritte
20 -Herstellen zumindest einer negativ strukturierten ersten Beschichtung auf der metallischen Fläche,
-Abscheiden einer insbesondere hermetischen Aufdampfglasschicht auf die mit der ersten Beschichtung versehene metallischen Fläche,
25 -zumindest teilweise Entfernen der ersten Beschichtung und der darauf befindlichen Aufdampfglasschicht.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß
der Schritt des Herstellens einer negativ strukturierten ersten Beschichtung auf der metallischen Fläche den
30 Schritt des Freilegens von Bereichen der zumindest einen zu beschichtenden Oberfläche umfaßt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch
35 gekennzeichnet, daß der Schritt des Herstellens einer

negativ strukturierten ersten Beschichtung den Schritt des Belackens oder Bedrucken, insbesondere des Belackens mittels Spin-Coating und/oder Aufsprühen und/oder der Elektrodeposition sowie Bedrucken mittels Siebdruck- und/oder Tintenstrahldruckverfahren einer ersten Beschichtung umfaßt.

- 5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des zumindest teilweise Entfernens der ersten Beschichtung den Schritt des Abhebens von Bereichen der zumindest einen Aufdampfglasschicht umfaßt, welche die erste Beschichtung bedecken.
- 10 15 8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufdampfglasschicht mit einer Dicke abgeschieden wird, die geringer als die Dicke der ersten Beschichtung ist.
- 20 25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, gekennzeichnet durch den Schritt des zumindest teilweise Freilegens der ersten Beschichtung.
- 30 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des zumindest teilweise Freilegens der ersten Beschichtung den Schritt des Planarisierens der beschichteten metallischen Fläche umfaßt.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des teilweise Freilegens der ersten Beschichtung den Schritt des mechanischen Abtragens, insbesondere mittels Schleifen und/oder Läppen und/oder Polieren umfaßt.

12. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufdampfglas durch eine Maske aufgedampft wird.
- 5 13. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei Aufdampfglasschichten auf dem Substrat abgeschieden werden.
- 10 14. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei Aufdampfglasschichten mit unterschiedlicher Zusammensetzung aufgebracht werden.
- 15 15. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufdampfglasschicht mit einer Dicke in einem Bereich von 0,01 µm bis 1 mm aufgebracht wird.
- 20 16. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des Aufbringens der Aufdampfglasschicht dessen Zusammensetzung variiert wird.
- 25 17. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichten mit einer Aufdampfglasschicht das Abscheiden von Aufdampfmaterial aus zumindest zwei Quellen durch Coverdampfung umfaßt.
- 30 18. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat während des Beschichtens mit der Aufdampfglasschicht erwärmt wird.
- 35 19. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck während des

Beschichtens höchstens 10^{-4} mbar beträgt.

20. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Aufdampfglasschicht nach
5 dem Beschichten nachträglich strukturiert wird.

21. Verfahren gemäß Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß
die Aufdampfglasschicht nach dem Beschichten
nachträglich durch lokales Ätzen strukturiert wird.

10 22. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat während des
Beschichtens gegenüber der Beschichtungsquelle bewegt
wird.

15 23. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichten mit einem
Aufdampfglas das Plasma-Ionen-unterstützte Aufdampfen
(PIAD) umfasst.

20 24. Beschichtetes Substrat, insbesondere herstellbar mit
einem Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
welches zumindest eine metallische Fläche umfaßt,
dadurch gekennzeichnet, daß
25 das Substrat auf der metallischen Fläche mit zumindest
einer Aufdampfglasschicht versehen ist.

30 25. Beschichtetes Substrat gemäß Anspruch 24, dadurch
gekennzeichnet, daß die Aufdampfglasschicht eine
strukturierte Beschichtung umfaßt.

26. Beschichtetes Substrat gemäß einem der vorstehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat eine
mehrlagige Beschichtung mit zumindest zwei
35 Aufdampfglasschichten aufweist.

27. Beschichtetes Substrat gemäß Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest zwei Aufdampfglasschichten unterschiedliche Zusammensetzungen 5 aufweisen.
28. Beschichtetes Substrat gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufdampfglasschicht eine Dicke in einem Bereich von 10 0.01 µm bis 1mm aufweist.
29. Beschichtetes Substrat gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenrauhigkeit der beschichteten metallischen 15 Fläche kleiner oder gleich 50 µm beträgt.
30. Beschichtetes Substrat gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat ein massives Metallsubstrat oder ein Verbundmaterial umfaßt. 20
31. Beschichtetes Substrat gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufdampfglasschicht eine in Richtung senkrecht zur beschichteten Fläche variiierende Zusammensetzung 25 aufweist.
32. Beschichtetes Substrat gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die metallische Fläche nicht planar, beispielsweise gewölbt oder gestuft ist. 30

Fig. 1A

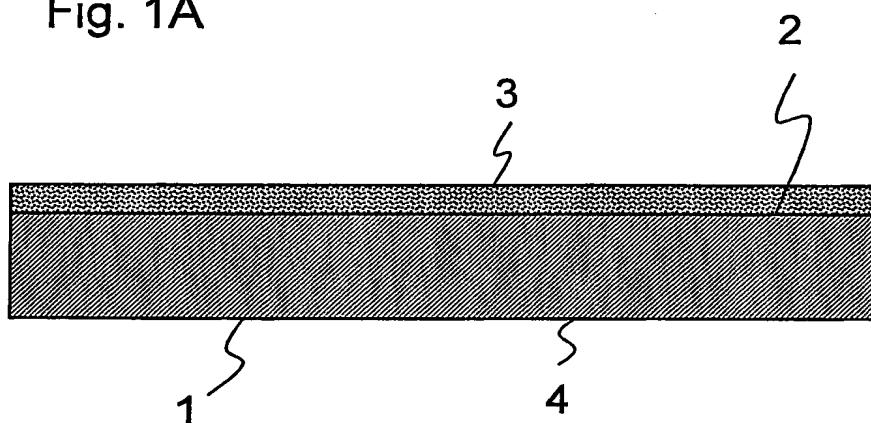


Fig. 1B

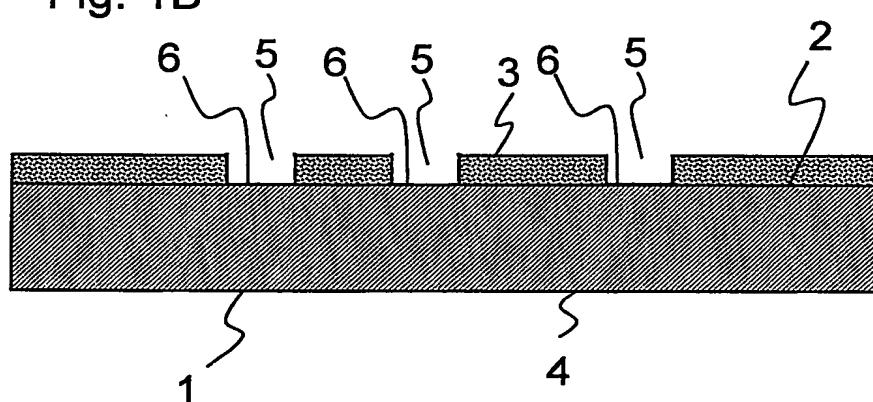


Fig. 1C

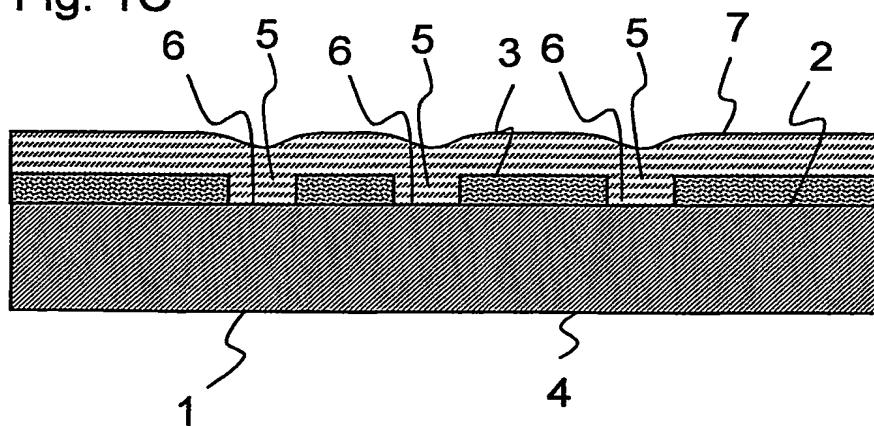


Fig. 1D

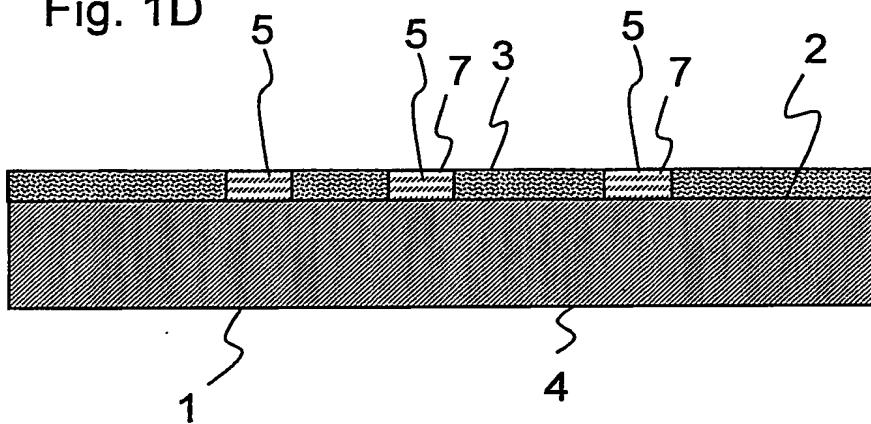


Fig. 1E

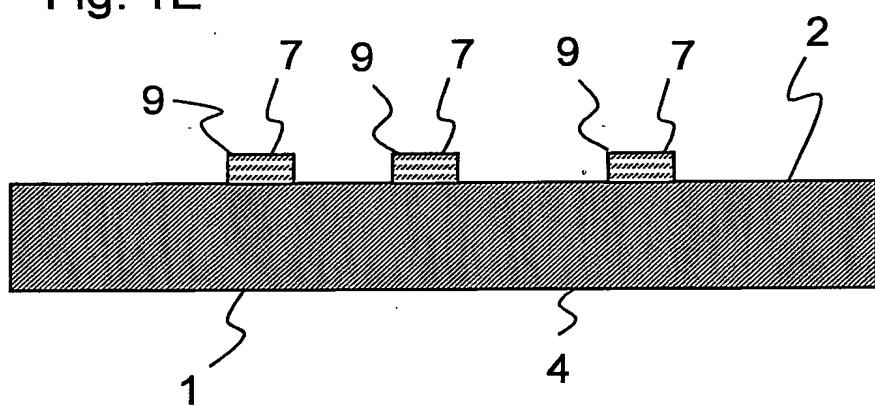


Fig. 2A

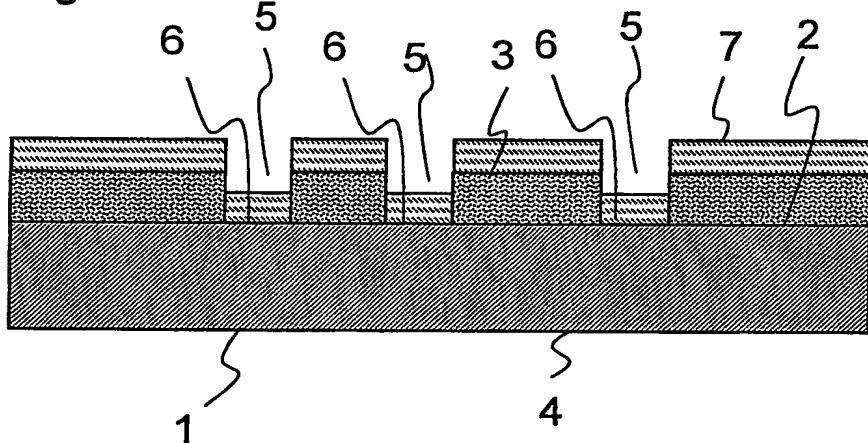


Fig. 2B

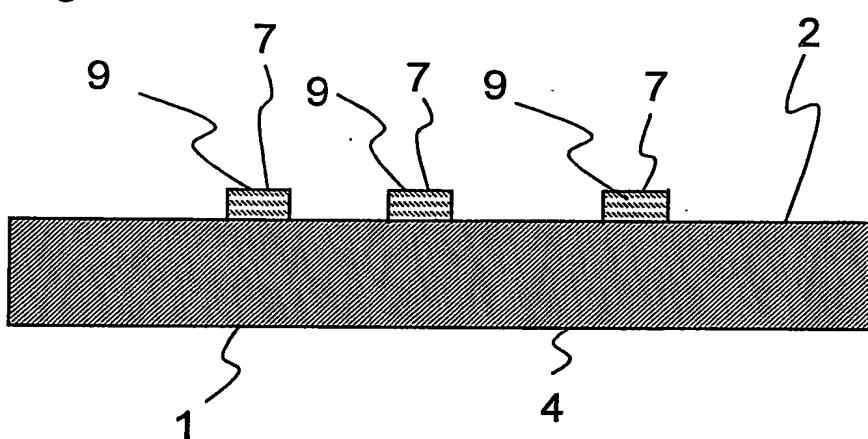


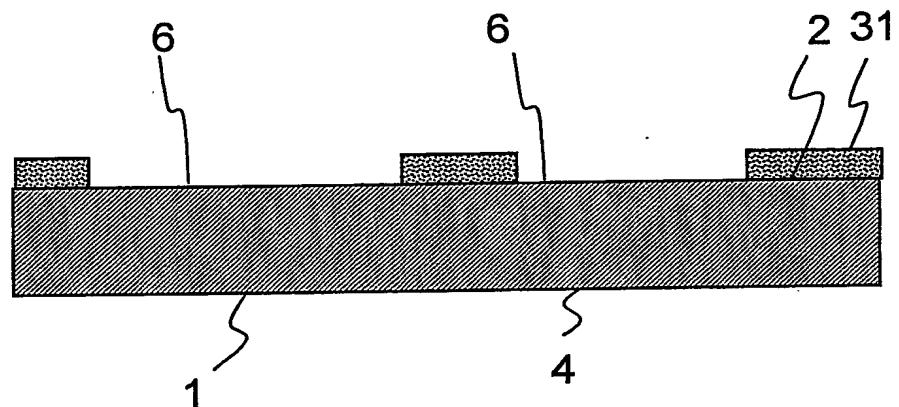
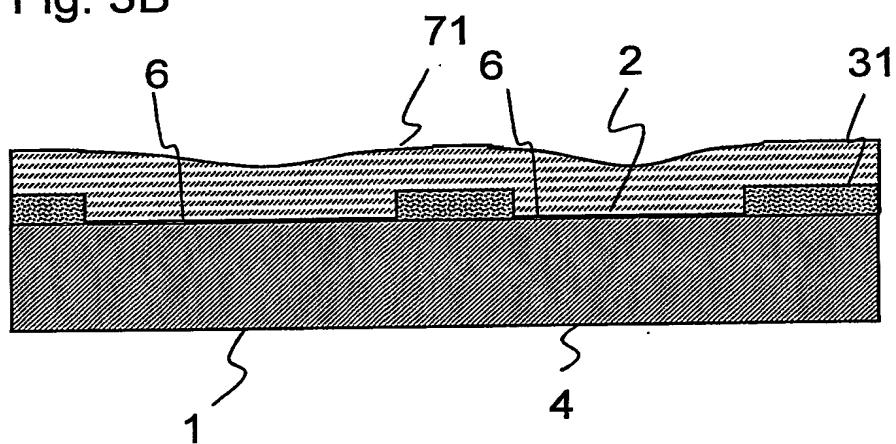
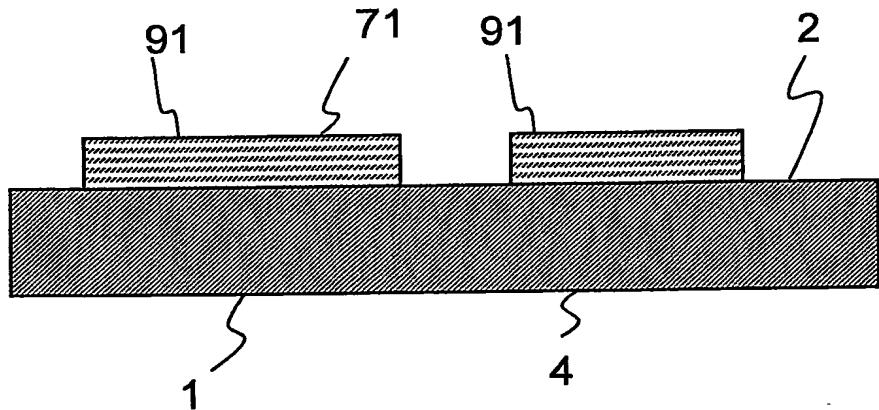
Fig. 3A**Fig. 3B****Fig. 3C**

Fig. 3D

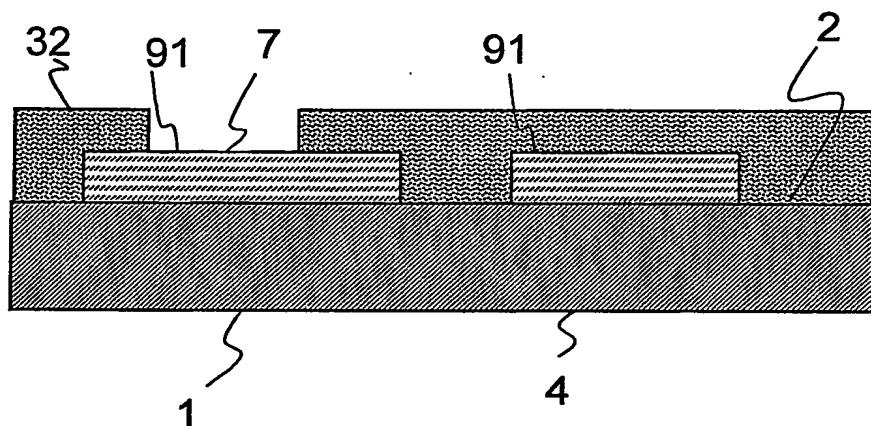


Fig. 3E

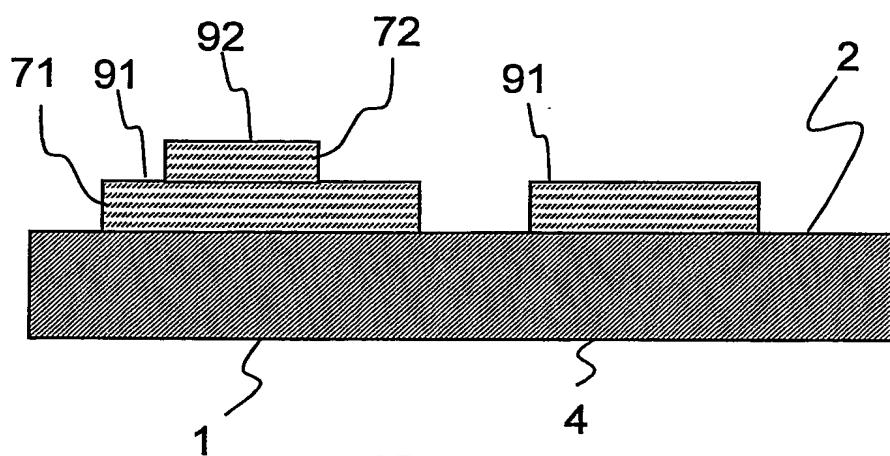


Fig. 3F

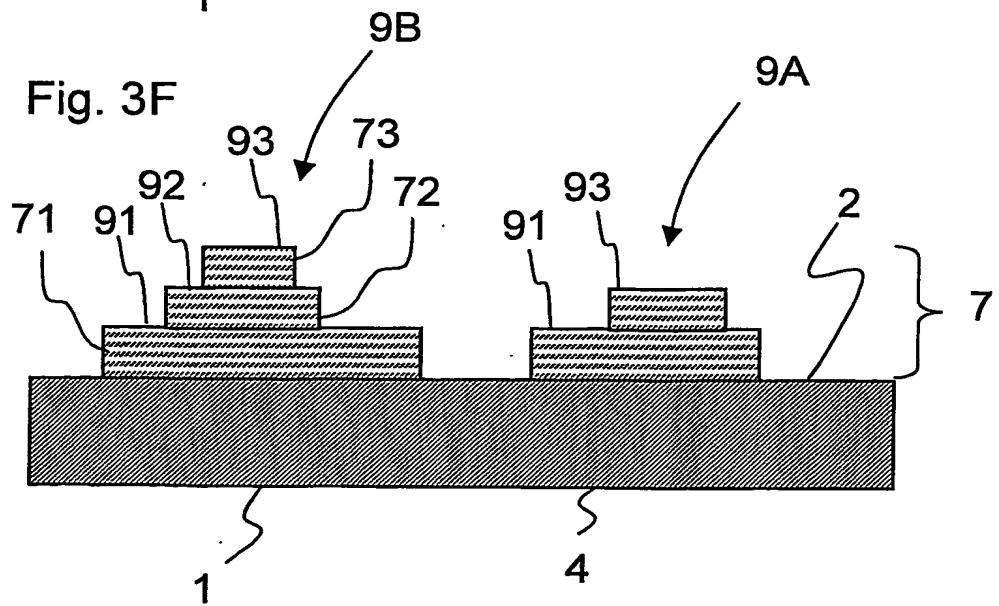


Fig. 4

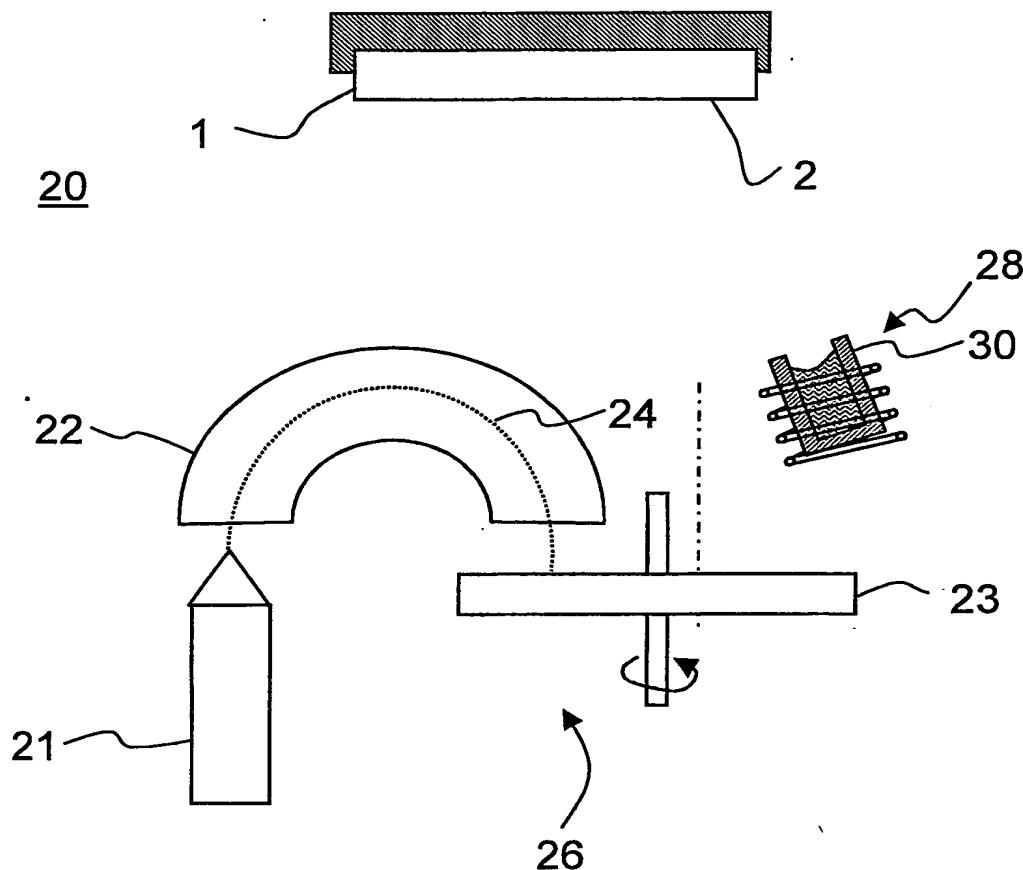
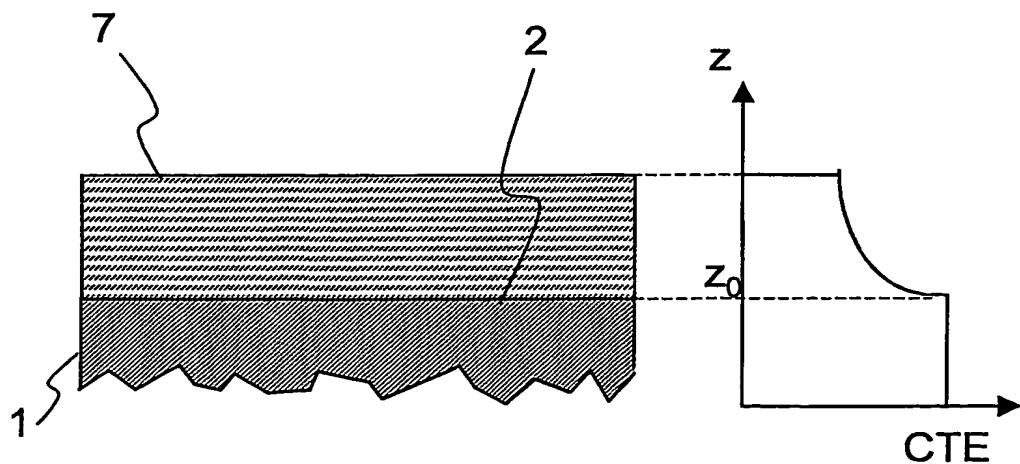


Fig. 5



7/8

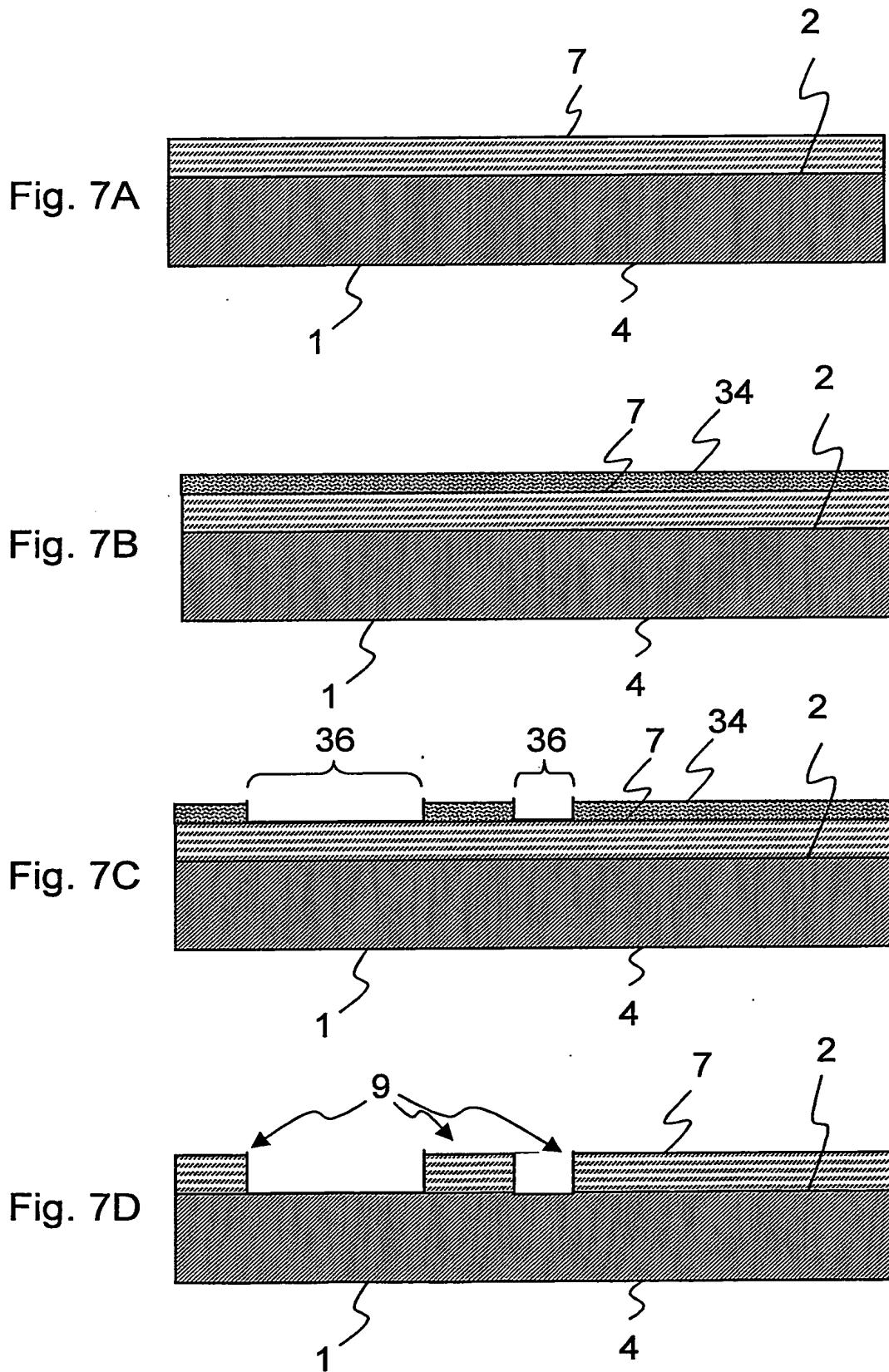


Fig. 6

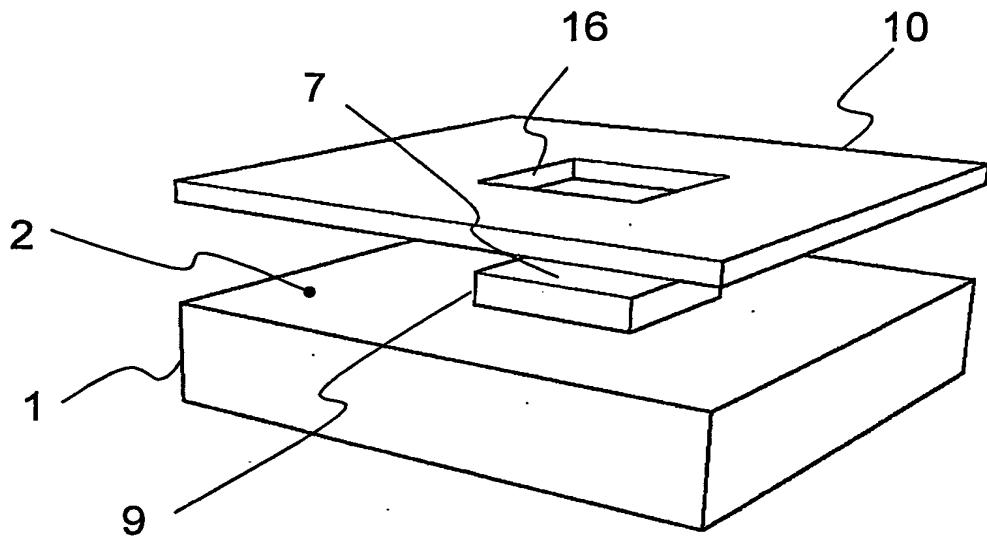
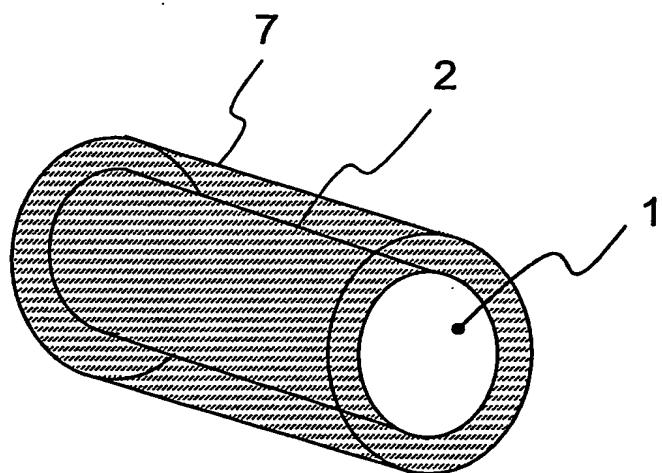


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 03/03872

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C23C14/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C23C H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, WPI Data, INSPEC, EPO-Internal, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 104 418 A (PARK KYU C ET AL) 1 August 1978 (1978-08-01) claims 1,2,5,6; figure 2 ----	1,2,15, 17-19, 24,28, 30,32
X	KATO K ET AL: "SPUTTERED LEAD SILICATE GLASS FILM FOR MULTILEVEL INTERCONNECTIONS" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, JP, vol. 22, no. SUPPL 22-1, 1983, pages 167-170, XP000819426 ISSN: 0021-4922 the whole document ----- -/-	1,3,15, 20,21, 24,25, 28,30,32

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

19 August 2003

11/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Patterson, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 03/03872

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ANONYMOUS: "Eliminating the Step in Etched Via Holes Interrupted Sputter Glass Deposition. December 1977." IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 20, no. 7, 1 December 1977 (1977-12-01), page 2667 XP002251599 New York, US the whole document -----	1,3,15, 20,21, 24,25, 28,30,32
X	CH 387 175 A (WESTERN ELECTRIC CO) 31 January 1965 (1965-01-31) claims I,II,11; figure 8 -----	1,24,32
X	US 4 737 252 A (HOFFMAN RICHARD A) 12 April 1988 (1988-04-12) column 10, line 6 - line 66 -----	1,15,24, 28

INTERNATIONÄLER RECHERCHENBERICHT

Information on patent family members

PCT/EP 03/03872

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4104418	A	01-08-1978	NONE		
CH 387175	A	31-01-1965	US	2961350 A	22-11-1960
			GB	923338 A	10-04-1963
			DE	1179277 B	08-10-1964
			FR	1226008 A	06-07-1960
			NL	238657 A	
US 4737252	A	12-04-1988	US	4517217 A	14-05-1985
			CA	1190512 A1	16-07-1985
			CH	657954 A	15-10-1986
			DE	3135344 A1	08-07-1982
			DK	396281 A	10-03-1982
			FR	2491956 A1	16-04-1982
			FR	2497833 A1	16-07-1982
			GB	2083842 A ,B	31-03-1982
			HK	62186 A	29-08-1986
			IN	157549 A1	19-04-1986
			IT	1152960 B	14-01-1987
			MY	70886 A	31-12-1986
			NL	8104153 A	01-04-1982
			US	4495254 A	22-01-1985

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP 03/03872

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C23C14/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C23C H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, WPI Data, INSPEC, EPO-Internal, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 104 418 A (PARK KYU C ET AL) 1. August 1978 (1978-08-01) Ansprüche 1,2,5,6; Abbildung 2 ---	1,2,15, 17-19, 24,28, 30,32
X	KATO K ET AL: "SPUTTERED LEAD SILICATE GLASS FILM FOR MULTILEVEL INTERCONNECTIONS" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, JP, Bd. 22, Nr. SUPPL 22-1, 1983, Seiten 167-170, XP000819426 ISSN: 0021-4922 das ganze Dokument ---	1,3,15, 20,21, 24,25, 28,30,32

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19. August 2003

11/09/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Patterson, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP 03/03872

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ANONYMOUS: "Eliminating the Step in Etched Via Holes Interrupted Sputter Glass Deposition. December 1977." IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Bd. 20, Nr. 7, 1. Dezember 1977 (1977-12-01), Seite 2667 XP002251599 New York, US das ganze Dokument ----	1, 3, 15, 20, 21, 24, 25, 28, 30, 32
X	CH 387 175 A (WESTERN ELECTRIC CO) 31. Januar 1965 (1965-01-31) Ansprüche I, II, 11; Abbildung 8 ----	1, 24, 32
X	US 4 737 252 A (HOFFMAN RICHARD A) 12. April 1988 (1988-04-12) Spalte 10, Zeile 6 - Zeile 66 ----	1, 15, 24, 28

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP 03/03872

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4104418	A	01-08-1978	KEINE		
CH 387175	A	31-01-1965	US GB DE FR NL	2961350 A 923338 A 1179277 B 1226008 A 238657 A	22-11-1960 10-04-1963 08-10-1964 06-07-1960
US 4737252	A	12-04-1988	US CA CH DE DK FR FR GB HK IN IT MY NL US	4517217 A 1190512 A1 657954 A 3135344 A1 396281 A 2491956 A1 2497833 A1 2083842 A ,B 62186 A 157549 A1 1152960 B 70886 A 8104153 A 4495254 A	14-05-1985 16-07-1985 15-10-1986 08-07-1982 10-03-1982 16-04-1982 16-07-1982 31-03-1982 29-08-1986 19-04-1986 14-01-1987 31-12-1986 01-04-1982 22-01-1985